



TITLE:

濟州島火山岩の岩漿分化に就て

AUTHOR(S):

原口, 九萬

CITATION:

原口, 九萬. 濟州島火山岩の岩漿分化に就て. 地球 1930, 13(4): 245-259

ISSUE DATE:

1930-04-01

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/183745>

RIGHT:

濟州島火山岩の岩漿分化に就て

原 口 九 萬

一、緒 言

濟州島火山岩の化學成分に就ては既に本誌上で述べたところであるが、茲に之を綜合して、その岩漿分化現象を概説しよう。

現今の火成岩の研究法では顯微鏡的研究法と共にその化學成分を基準とするものが、最も合理的と考へらる。就中ニグリー(Niggli)の提唱する所謂ニグリー値は岩石に成分間の數量的關係を表はすに便利なものである。從來廣く使用されてゐる岩石の化學成分より鑛物成分に換算した所謂ノルム(Norm)法は餘りに鑛物成分に換算するに偏してゐる傾向があるが、ニグリー法は之と趣を異にし、先づその化學成分より主要成分たる al, hm, c, alk 百分率を求め、次に si, ti, zrs, p, \dots 及び Fe^{mg} ... を算出したもので、火成岩の性質の變化狀態や岩漿分化現象を論ずるに好適のものである。それ故に本文に於てはニグリー値を用ひることにし、先づその算出法より説明しよう。

二、ニグリー値の算出法

先づ化學分析の結果より得た各成分の百分率をその分子量で除してその成分の分子比に換算し之を千倍する。次に $Al_2O_3 + Ca_2O_3 +$ 稀有元素の酸化物, $(Fe, Mn)O + MgO$, (但し Fe_2O_3 の分子比は

第一表 熔岩の分析表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SiO ₂	64.62	61.36	59.51	58.34	56.19	54.93	54.87	54.23	50.02	43.33	47.50	46.83	43.41
TiO ₂	0.27	0.37	1.13	0.94	2.14	0.93	1.33	1.23	2.25	2.31	1.78	2.69	2.58
Al ₂ O ₃	17.90	18.12	18.52	17.43	16.12	21.12	17.91	17.82	15.03	16.13	14.77	16.37	15.52
Fe ₂ O ₃	1.86	2.03	2.34	3.52	2.44	3.49	4.63	2.65	6.42	4.60	2.78	6.01	3.99
FeO	1.84	2.14	2.68	6.46	5.50	2.66	3.51	6.95	7.11	7.33	8.58	6.04	8.15
MnO	0.03	0.12	0.22	0.25	0.30	0.21	—	0.18	0.20	0.12	0.61	1.23	1.38
MgO	0.16	0.03	0.73	0.84	3.07	1.15	1.21	1.57	5.03	4.13	4.64	4.25	6.78
CaO	2.31	3.21	4.19	3.30	7.63	3.72	7.38	6.49	6.40	10.67	12.76	6.81	10.77
Na ₂ O	5.19	6.08	5.02	5.13	4.39	5.94	4.58	3.91	4.33	3.74	3.76	5.28	4.28
K ₂ O	5.25	4.95	3.16	3.32	2.30	3.04	3.20	3.40	2.97	1.07	1.03	2.41	1.30
H ₂ O	0.32	1.75	1.37	1.02	0.47	1.47	0.77	0.37	0.64	0.56	0.45	1.01	0.46
P ₂ O ₅	0.02	0.23	0.14	1.21	0.55	0.93	1.02	0.29		1.46	1.40	17.1	1.29
SO ₃			0.10					0.09					0.03
ZrO ₂						0.03							
Total	99.82	100.47	99.63	100.29	101.10	99.76	100.46	99.24	100.50	100.51	100.16	100.67	99.94
比重	2.616	2.642	2.659	2.707	2.850	2.637	—	2.767	—	2.851	2.839	2.842	2.862

濟州島火山岩の岩漿分化に就て

第二表 ニグ リ 一 値

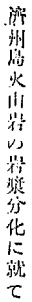
Nr	Si	al	fm	c	alk	k	mg	al-alk	C ⁻ al-alk	2alk al+alk	$\frac{c}{fm}$	ti	p	ls	fs	qs
1	263	43	13	10	34	0.40	0.7	9	1	0.88	0.73	0.8	0.02	0.85	0.05	+0.10
2	230	40	13	13	34	0.35	0.01	6	7	0.92	1.00	1.0	0.4	0.94	0.09	-0.03
3	213	39	20	19	22	0.29	0.20	17	2	0.72	0.90	3.1	0.2	0.78	0.10	+0.12
4	181	33	31	13	23	0.30	0.13	10	3	0.82	0.42	1.7	2.2	0.87	0.19	-0.06
6	177	40	22	13	25	0.25	0.25	15	-2	0.78	0.60	2.2	1.3	1.02	0.01	-0.03
7	167	32	25	24	19	0.30	0.22	13	11	0.74	0.96	3.0	1.3	0.84	0.21	-0.05
5	161	27.5	32	22.5	18	0.26	0.41	9.5	13	0.81	0.75	4.7	0.7	0.80	0.28	-0.08
8	160	31	30	21	18	0.36	0.23	13	8	0.73	0.70	2.1	0.4	0.84	0.24	-0.08
9	124	22	46	17	15	0.31	0.41	7	10	0.81	0.33	4.2	—	0.84	0.53	-0.73
10	117	23	38	23	11	0.16	0.39	12	16	0.64	0.74	4.1	0.1	0.77	0.46	-0.23
11	116	24	42	18	16	0.23	0.37	8	10	0.89	0.43	5.0	0.7	0.97	0.48	-0.35
12	109	20	39	31	10	0.15	0.41	10	21	0.67	0.80	2.9	1.3	0.72	0.55	-0.27
13	91	20	45	25	10	0.16	0.48	10	15	0.67	0.56	1.2	1.2	0.37	0.63	-0.53

第二表の al-alk は灰長石成分、 $c(al-alk)$ は透輝石成分、 $\frac{2alk}{al+alk}$ はアルカリ長石、 $\frac{c}{fm}$ は全長石を表はすものである。

三、長石の性質

長石の化學成分を表はすにニグリーの投射法によることとし、前記の第二表に得たるものを横軸に

Feldspatzusammensetzung
der Quarzporphyre



1. **Introduction**
 2. **Background**
 3. **Methodology**
 4. **Results**
 5. **Conclusion**

分によつて定まる常數であつて、此の方程式は双曲線(Hyperbeln)を表はし、 x 軸及び y 軸はその漸近線(Asymptoten)をなすことは明かである。同様に $\frac{ab}{an}$ の値も常數なる故、

$$\frac{ab}{an} = \frac{(1-k)2alk}{al-alk} = \frac{(1-x)y}{1-y} \quad \text{即ち} \quad (1-x) \cdot \frac{y}{1-y} = C'$$

なる關係が成立し、此の曲線はすべて $x=1, y=1$ なる點を通過するものであつて、又縦軸とその双曲線の中點に於て相會するものである。そこで k , 及び $\frac{2alk}{al+alk}$ の値を知つて之を圖上に投射すれば、その點は $k = \frac{\text{加里長石}}{\text{アルカリ長石}}$ と $\frac{2alk}{al+alk} = \frac{\text{アルカリ長石}}{\text{全長石}}$ との關係を表はすと共に此の二

種の双曲線より $\frac{\text{加里長石}}{\text{全長石}} = \frac{\text{加里長石}}{\text{加里長石} + \text{斜長石}}$ と $\frac{\text{曹長石}}{\text{右灰長石}}$ との關係も同時に計算せずして求めることが出来るのである。例へば茲に掲げた濟州島火山岩の場合にも漢拏山産粗面岩に於ては、加里長石と斜長石との數量的割合は約 $\frac{1}{3}$ で、その斜長石の成分は灰曹長石(an.20%)である

ことが圖上の投射點より直ちに知らうるのである、粗面質安山岩の場合も同様にして加里長石と斜長石との比は $\frac{1}{4}$ 以下でその斜長石の成分は灰曹長石乃至中性長石であつて、又玄武岩の場合は加里長石と斜長石との比は $\frac{1}{5}$ 以下でその斜長石の成分は中性長石乃至曹灰長石である。即ち斜長石

の成分は灰曹長石より漸次に曹灰長石に變化し、加里長石の斜長石に對する割合も $\frac{1}{3}$ より $\frac{1}{5}$ 以下

に遞減する事實を立證してゐる。

四、熔岩の性質

前記第二表に求めたニグリー値より珪酸の分子比に對する長石分子、鐵苦土分子及び石英分子の算出法は次の如くなす。

一、長石分子に對する珪酸量

$$\begin{aligned} \text{Si}' &= \text{Galk} + 2(\text{al} - \text{alk}) & \text{al} > \text{alk} \text{ なるとき} \\ &= \text{Galk} & \text{al} < \text{alk} \text{ なるとき} \end{aligned}$$

二、鐵苦土分子に對する珪酸量

$$\begin{aligned} \text{Si}'' &= \text{fm} + \text{c} - (\text{al} - \text{alk}) = \text{fm} + \text{c} + \text{alk} + \text{al} - 2\text{al} \\ &= 100 - 2\text{al} & \text{al} > \text{alk} \text{ なるとき} \\ &= 4(\text{alk} - \text{al}) + \text{fm} - 2(\text{alk} - \text{al}) + \text{c} \\ &= 100 - 3\text{al} + \text{alk} & \text{al} < \text{alk} \text{ なるとき} \end{aligned}$$

三、石英分子に對する珪酸量

$$\begin{aligned} \text{Si}''' &= \text{Si} - (100 + 4\text{alk}) & \text{al} > \text{alk} \text{ なるとき} \\ &= \text{Si} - (100 + 3\text{al} + \text{alk}) & \text{al} < \text{alk} \text{ なるとき} \end{aligned}$$

次の上記の三の値を Si で除し、長石分子 $\frac{\text{Si}'}{\text{Si}}$ = Fs 鐵苦土分子 $\frac{\text{Si}''}{\text{Si}}$ = Fs 石英分子 $\frac{\text{Si}'''}{\text{Si}}$ = Qs

で表はし、

$$Ls + Fs + Qs = 1$$

なる關係が成立するやうに夫々 Ls , Fs , Qs 値を算出する。濟州島火山岩の Ls , Fs , Qs 値は之を計算し既に第二表に掲げて置いた通りである。

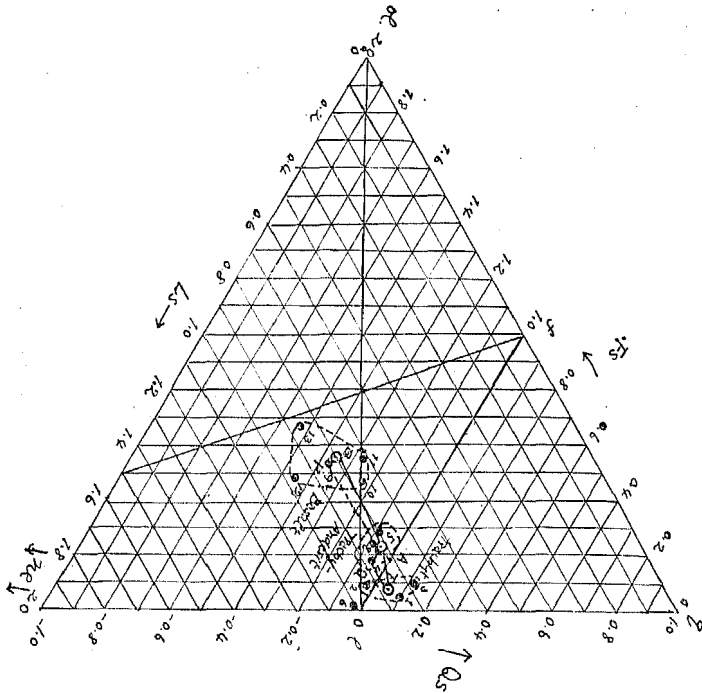
又ニグリーは各礦物の Ls , Fs , Qs 値を次の如く決定してゐる。

礦物	略號	Ls	Fs	Qs
石英	qz	—	—	+1
正長石	or	1	—	—
曹長石	ab	1	—	—
灰長石	an	1	—	—
紫蘇輝石	hy	—	1	—
透輝石	di	—	1	—
エヂリン輝石	ag	—	1	—
橄欖石	ol	—	2	-1
白榴石	le	1.5	—	-0.5
霞石	ne	3	—	-2
黑母	bi	0.6	0.8	-0.4

火成岩の Ls , Fs , Qs 値を三角座標上に表は

すに便利な方法は各邊を夫々二十に等分し、その上端の頂點に P ($Qs=1$, $Fs=0$) をとり向いて左の頂點を a ($Fs=2$, $Qs=-1$) へ向いて右の頂點を ($Ls=2$, $Qs=-1$) に該當する點とする。然るとでは前述の礦物成分の Ls , Fs , Qs 値より qL , ol 邊上の中點 f は輝石 (頑火輝石、紫蘇輝石、透輝石、エヂリン輝石) qL ($Ls=2$, $Qs=-1$) 邊上の中點 h は長石 (正長石、曹長石、灰長石) の成分を表はし ol 點は橄欖石を示すことは明かである。此かる方法によつて描いた三角座標上に第二表に求めた濟州島火山岩の Ls , Fs , Qs 値を

第 二 圖



濟州島火山岩の岩漿分化に就て

投射すれば、その種類に粗面岩、粗面質安山岩、玄武岩の三者が存在することは明かである。野外調査で知り得たところでは本島に於ける最も噴出の古い熔岩は粗面岩で粗面質安山岩は之に亞ぎ、最後に玄武岩を溢流したのであるから岩漿分化の結果、大體酸性熔岩より漸次に鹽基性熔岩を噴出したものと推知される。この岩漿分化現象を一層了解し易く説明するために、粗面岩・粗面質安山岩・玄武岩の三種の熔岩を三群に分ち、各群の平均値を求め、更に精確にその平均値を決定するには猶ほ多數の熔岩の化學分析を要するものであるが、茲にはその岩漿分化の大體

の状態を知り度いたために筆者の行ふた十三ヶ個の各岩質を異にする代表的な熔岩の化学成分に基づいて述べることにする。此の三點を夫々 $T \cdot A \cdot B$ で表はし、是等の點を直線を以て連結する。然るときは先づ岩漿の性質が粗面岩より粗面質安山岩に分化した現象は、簡単に \overrightarrow{TA} を以て表はさる。此の直線の意義は之を LS と FS とに平行する二のベクトル (Vector) に分ち、その交點を Q とすれば、 \overrightarrow{TO} は LS 即ち長石成分には變化なさも FS 即ち、鐵・苦土分子の増加と石英分子の減少とを表はし、 \overrightarrow{OA} は石英分子には變化なさも、鐵・苦土分子の増加と、長石分子の減少とを示し T より A に變化するときは、 $\overrightarrow{TA} = \overrightarrow{TO} + \overrightarrow{OA}$ なる故、圖上の等分線より $LS \cdot FS \cdot Os$ の増減量を算出することが出來て、岩石の主要なる化学成分間の相互の變化狀態を數量的に取扱ふことが出来る。同様にして岩漿が粗面質安山岩より玄武岩に分化した狀態は \overrightarrow{AB} であつて、之を \overrightarrow{AP} , \overrightarrow{PB} の二ベクトルに分つときは、 \overrightarrow{AP} は大であつて、鐵・苦土成分の増加と石英分子の減少の共に増大なることを意味し、 \overrightarrow{PB} は長石成分の減少と鐵・苦土成分の増加を表はし、且 \overrightarrow{PB} の小なることは長石成分の減少量が僅少であつて玄武岩もアルカリ成分に富んでゐて、霞石分子の存在を暗示するものである。依つて濟州島の岩漿の變化狀態は簡單に \overrightarrow{TA} , \overrightarrow{AB} の二線を表はし、その間の $LS \cdot FS \cdot Os$ の成分間の變化量も本圖上より概算し得るのである。

次に濟州島熔岩の場合 $al \nabla alk$ なる故、アルカリ長石分子・(加里及び曹達長石) 灰長石分子・鐵・苦土分子・(橄欖石、輝石、黑雲母、角閃石、磁鐵礦等) の三者に分ち、夫々 $2alk$, $2(al-alk)$, $100-2al$ を三角座標各頂點につけて、各熔岩の $2alk$, $2(al-alk)$ $100-2al$ 百分率を求め、之に相當

濟州島火山岩の岩漿分化に就て

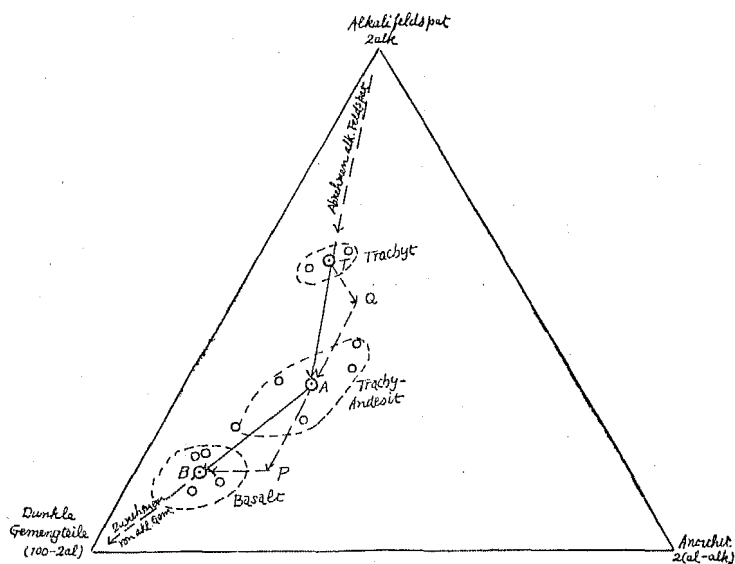


表 四 第

	(2a1k)	(2a1-alk)	(100-2a1)
漢拏山粗面岩	59	17	24
森島熔岩	56	10	34
山房山熔岩	36	28	36
海安里熔岩	34	15	51
別刀峯熔岩	25	13	62
角秀岩熔岩	41	26	33
敦道岳熔岩	27	24	51
西歸浦熔岩	26	24	52
塞達川熔岩	19	9	72
龍潭川熔岩	14	16	70
漢拏山熔岩	12	12	76
濟州熔岩	20	10	70
金寧熔岩	12	12	76

する投射點を第三圖上に圖示すれば右の如くである。

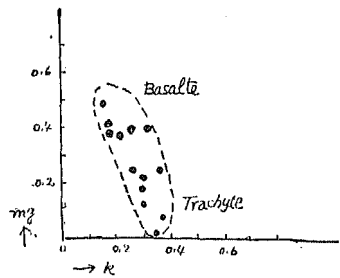
次に粗面岩・粗面質安山岩・玄武岩の三群の平均値を夫々 $T \cdot A \cdot B$ の三點で表はし、是等の點を連結した直線 \overline{TA} , \overline{AB} を以て岩漿の分化曲線とする。先づ \overline{TA} より説明すれば、之を $2alk - 2(al - alk)$ 邊・ $2alk - (100 - 2al)$ 邊に平行なる \overline{TQ} , OA の二ベクトルに分ける。然るときは \overline{TO} は鐵・苦土成分には變化なきも、灰長石分子の増加と加里長石分子との減少とを表はし、 OA は灰長石分子には變化なきも、鐵・苦土分子の増加と加里長石分子の減少とを表はし、 TA の變化に於ける $2alk$, $2(al - alk)$, $(100 - 2al)$ の相互的數量關係を知ることが出来る。次に岩漿の性質が粗面質安山岩より玄武岩に漸次變化した状態は \overline{AB} で表はされる。之を前と同様に \overline{AP} , \overline{PB} の二ベクトルに分けて考ふれば、 \overline{AP} は鐵・苦土分子の増加と加里長石分子の減少を示し、 \overline{PB} は加里長石分子には變化なきも、鐵・苦土分子の増加と灰長石分子の減少とを意味する。結局 $\overline{AB} = \overline{AP} + \overline{PB}$ 變化に於ける $2alk$, $2(al - alk)$, $(100 - 2al)$ の相互的數量關係を知ることが出来る。

$$\text{次に } k = \frac{K_2O}{K_2O + Na_2O + Li_2O}, \quad mg = \frac{MgO}{FeO + MgO + MnO}$$

の關係を第二表に求めた値より描示すれば第四圖の如くなる。

最後に濟州島に於ける火山岩の岩漿史を概説して本文の結論とする。火山岩の噴出順序を野外調査によつて決定することは、火山地質を研究する上に最も重要な一問題であるが、之は(一)侵蝕の淺くして下部の熔岩を露出することが少ない場合、(二)岩脈を發見し能はぬ場合、(三)水成層を缺如してゐる場合等には仲々困難である。濟州島に於ても新期の玄武岩を以て殆ど全島被覆されてゐる

第 四 圖



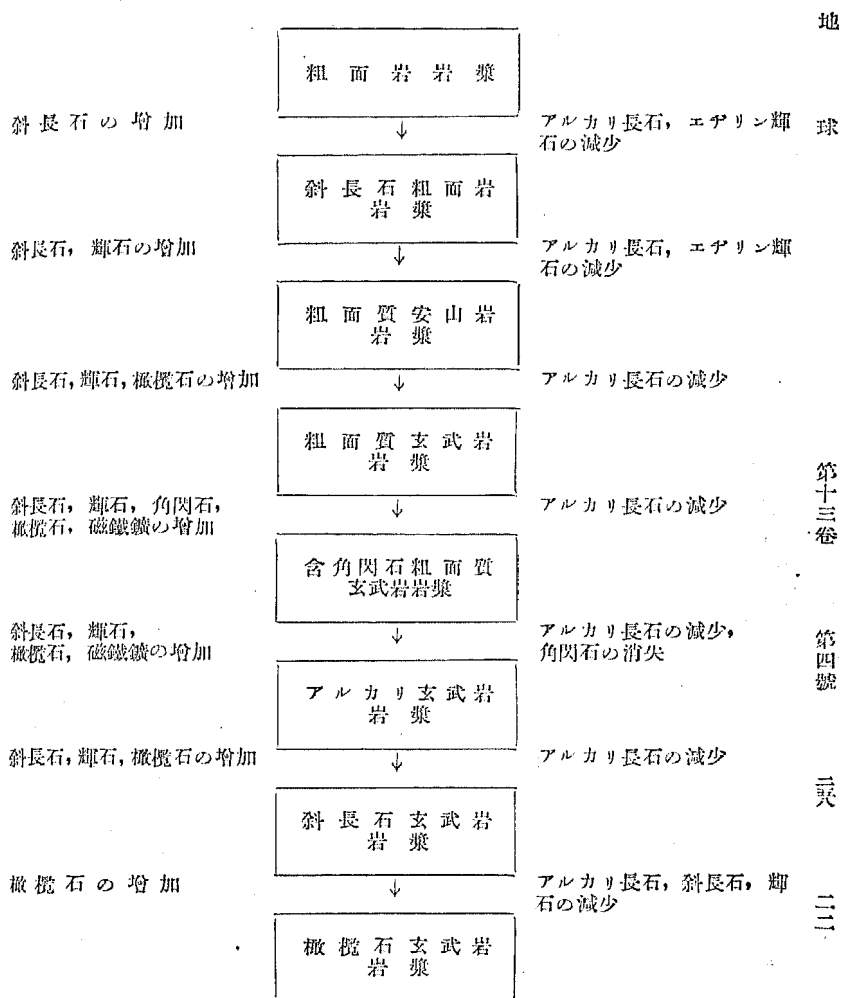
ため、下部の種々の熔岩の露出する箇所は海岸斷崖や谿谷の上流に止まつてゐて、且つ岩脈をも發見出來ず、猶ほ水成層として地質時代を決定するに役立つものは、西歸浦西方海岸斷崖上に露れる含貝化石層（西歸浦層と呼ぶ）があるのみである。筆者の踏査の結果では、露出せる熔岩の噴出は粗面岩・粗面質安山岩・玄武岩の順序であつて、岩漿の性質は酸性より漸次に鹽基性のものに變化した事實は明白である。茲に濟州島の熔岩を八大別し、その造岩礦物の變化を次の第五圖に表示する。

岩漿分化の原因に就てはボーエン (Bowen) を初め諸大家の種々なる學説があるが、之は筆者の敢て茲に論及せぬことにし、唯岩漿分化の状態、換言すれば岩漿史を略述しよう。

先づ最初に噴起したものは漢拏山頂等に露はる曹達粗面岩で、有色礦物にはエデリン輝石、レーニットを伴つてゐるが、次に噴出した森島、蚊島を構成せる粗面岩は前者よりアルカリ長石、エデリン輝石の量を減少してゐて、且酸性斜長石（灰曹長石）を多少含有してゐる。

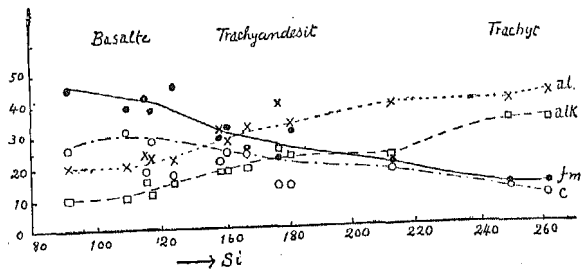
之に次いで山房山、月羅山角秀岩等を構成せる粗面質安山岩を噴出し、更にアルカリ長石を減じ、エデリン輝石は消失してゐる代りに斜長石は増加し、その成分も中性長石に該當し、透輝石も現れてくる。次に橄欖石を少量含有する粗面質玄武岩を噴出し、之に次いで玄武角閃石を有する含角閃石玄武岩を噴出してゐる。上記の熔岩中粗面質玄武岩は時に熔岩流として進出したことがあるが、

第五圖 濟州島火山岩の岩漿分化圖



第六圖

Quelpart.



漿分化曲線を描けば、その岩漿分化現象の大略を推知し得るに便利であるから之を第六圖に表はし前述の野外觀察の説明(第五圖)と對照されんことを切望する。

即ち此の圖より al, alk は熔岩の性質が酸性より鹽基性に移るに従つてその値を漸次に遞減し、fm, c はその反對にその値を増加する状態を推考し得るのである。(完)

濟州島火山岩の岩漿分化に就て